

見やすい照明のための基礎研究 (その7)

— 視作業性に基づく明視照明の評価に関する検討 —

中根芳一・藤井勢津子・今井英津子

Fundamental Study on Lighting for Better Seeing (Part 7)

— Influence of Incidence and Azimuth Angles of Light on Visual Object on Legibility —

YOSHIKAZU NAKANE, SETSUKU FUJII AND ETSUKO IMAI

1. 目 的

筆者は物を見る場合の視認の基礎条件となる視対象物の大きさ(視角)とその輝度対比 および背景輝度の三者の相互関係を広範囲に亘って実験し、その結果を質的な照明設計を行なう上での基礎資料となる標準等視力曲線図として発表して来た。¹⁾

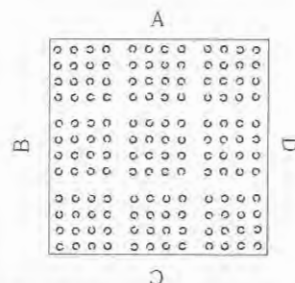
また、標準等視力曲線を得るのに視対象物として用いたランドルト氏環視標と、一般の明視作業の視対象物である印刷文字との見え方の関係を明らかにし、ランドルト氏環視標を用いて得た標準等視力曲線をはじめ、種々のデータを実際の照明設計に応用出来るようにして来た。²⁾

更に、視認閾値での背景輝度を基準として、背景輝度の倍率と読み易さ評価との関係を求め、標準等視力曲線に基づいて得た視認閾値から所定の読み易さ評価が得られる照明条件を決定出来るように、その関係について研究した結果を報告した。³⁾

以上の研究は主に部屋の全般照明設計を対象としていたが、本研究では、局部照明をも考慮した照明設計を対象として、その基礎資料を得ることを目的としている。また、先の視認閾値の背景輝度を基準としてその背景輝度の倍率から読み易さ評価を予測する実験式を点光源の場合に適用して、読み易さ評価予測式の適用の範囲を調べることも目的としている。

2. 実験方法

視対象物としては、文字のように意味を持たず、視認性を客観的に判断出来るランドルト氏環視標を使用することにした。既報のランドルト氏環視標と印刷文字の関係について実験した結果⁴⁾から、文章を読む場合と、同じ読み易さが得られる大きさのランドルト氏環視標を、活字のポイント数毎に定めた。字体は最も一般的な明朝体活字を基準とし、明視距離のとき16ポイント活字に対しては視力0.3のランドルト氏環視標、10ポイントは視力0.4の視標、8ポイントは視力0.5の視標、6ポイントは視力0.7の視標、4.5ポイントは視力1.0のランドルト氏環視標となった。この定めたそれぞれの大きさのランドルト氏



視力 0.5のランドルト氏環視標
明朝体8ポイント活字相当

図-1 目読・抹消テスト用ランドルト氏環視標の例

環視標を、縦横各4個ずつ計16個を1単位として並べ、更にそれを縦横3単位ずつ並べて合計144個のランドルト氏環視標を配置した。作製した視対象の一例を図-1に示す。ランドルト氏環視標の切れ目の方向は、縦、横、斜めの計8方向とし、配置した1単位(ランドルト氏環視標16個)毎に、切れ目の方向が2回宛現われるように配置した。切れ目の方向が現われる順序は乱数表を用いて

表-1 被験者リスト

被験者 番号	性別	年齢	視 力		利き眼
			1 m	0.3 m	
1	女	22	1.2	1.0	右
2	男	44	1.2	1.5	右
3	男	34	1.5	1.5	左
4	女	20	1.0	1.0	右
5	女	21	1.0	1.0	左
6	女	22	0.9	0.9	左
7	女	20	1.5	1.5	右
8	女	22	1.5	1.5	左
9	男	26	1.5	1.5	右
10	男	23	1.0	0.8	左
11	男	36	1.0	1.2	右
12	女	36	0.9	0.8	右

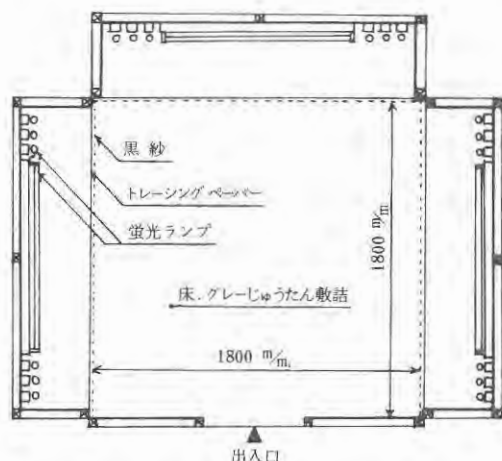


図-2 調光室平面図

決めた。尚、24ポイント活字に相当する視力0.2のランドルト氏環視標を含めた視対象も印刷したが、今回の実験には使用しなかった。視対象の紙質は、コート紙、上質紙、中質紙、更紙、インディアン紙、ヒットコピー紙、Gロール紙、アート紙の8種類で、白紙に黒インクでオフセット印刷した。更にコート紙、上質紙、アート紙を用いた視標では、それぞれ活字と紙面の輝度対比が0.9、0.7、0.4、0.2、0.1前後になるように黒さを薄めたインクで刷った視標も作製した。

被験者は表-1に示す大学生を中心とする12名で、各被験者の視力は、0.3mおよび1mの視力表を、拡散光で500lxに照らした状態で測定した視力(矯正視力を含む)

である。

図-2に示した調光室内に図-3の装置を設置し、光源の回転中心点に視標を配置して実験を行った。これによって、視標を任意の入射角(θ_i)、方位角(φ)の光で照らすことが出来る。

光源としては、650Wのプロムランプの前面に視角2°の開口部をもった遮光板を取り付けて光源とした。尚、遮光板の開口部には乳白ガラスを取り付け、乳白ガラスとランプの間には熱線遮断ガラスをおいた。したがって、光源は視角2°の発光面であり、実際上は点光源と看做せる。

実験は、まず図-4のように被験者の額と顎を固定することによって、被験者の視対象物への視線の角度(θ_o)を30°に保ちながら、光源から視対象物への光を入射角(θ_i)30°で、方位角(φ)を正面から左へ110°、右へ90°の範囲で変化させて、被験者に視対象物を見せる。その状態で視対象物のランドルト氏環視標の切れ目の方向を2方向指定し、被験者に指定された方向に切れ目のあるランドルト氏環視標の出現をチェックさせた。チェックは「目読²⁾」および「抹消作業」で行った。また視対象物の144個のランドルト氏環視標をチェックし終るまでの経過時間も測定した。

尚、 θ_o 、 θ_i に30°を選んだのは、一般明視作業時の視作業角として30°前後の出現頻度が高い⁴⁾と言われており、この状態で入射角30°の光を受けると最も反射グレアの影響を受け易いと考えたからである。

次に被験者の眼の位置の固定を解いて、自由に視対象

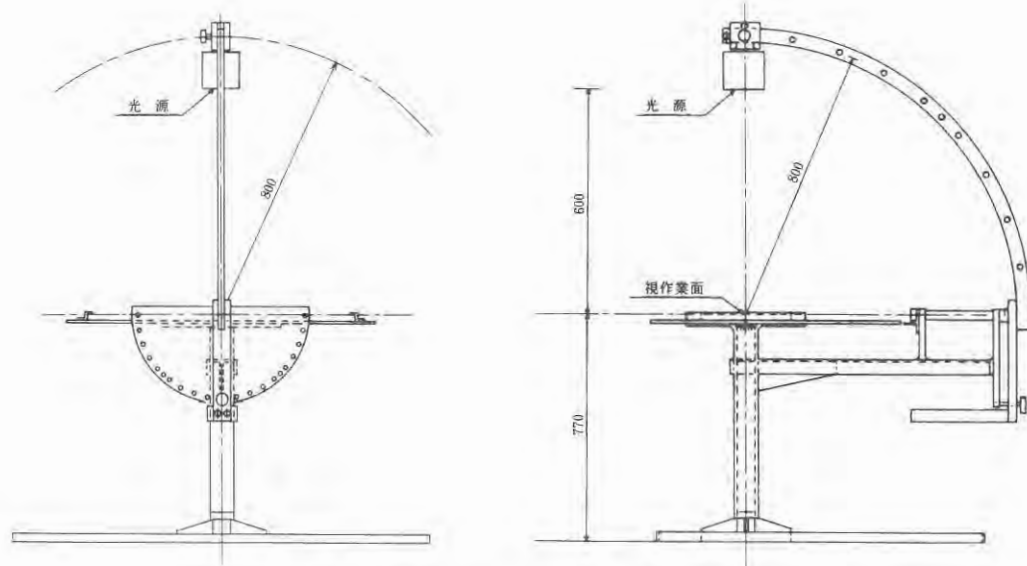


図-3 実験に用いた光源の方位角、入射角変更装置

物を見させ、先の実験同様のチェックを行なわせる。更に、正面および側面から作業中の被験者の姿勢を写真撮影し、作業時の視線の方向および視距離を測定する。実験中の様子の一例を図一5に示す。この実験の場合は、光の入射角(θ)も 0° 、 10° 、 20° 、 30° 、 40° 、 50° 、 60° と変化させた。

いずれの実験も点光源光の他に全般拡散照明についても行った。尚、全実験の作業面照度はほぼ500lxに保って測定した。

3. 実験結果

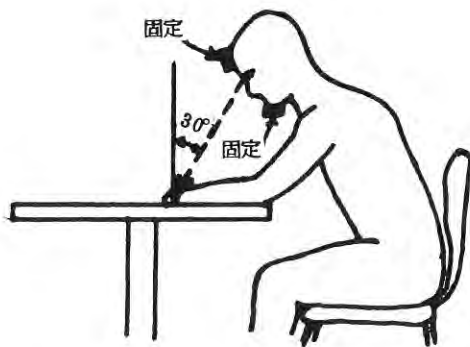
この実験は、一般の明視作業の見え方を調べることを主目的としている。故に、2節で述べた視対象のうち、最も一般的な視対象物の大きさを8ポイント活字と考えて、8ポイント活字に見え方が相当する視力0.5のランドルト氏環視標を用い、コート紙、中質紙、アート紙についていずれも最も対比の大きな視標を視対象として、測定した結果について述べる。

3.1 被験者の視作業角を 30° に固定して行った実験結果

図一6～8に光の入射方位角(φ)と見落し率の関係を示す。見落し率は“目読”“抹消作業”とも一般に5%前後であるが、光源が正反射方向に近づくと、見落し率も高くなるといえる。特に鏡面反射性の強いアート紙の場合、この傾向が顕著である。

次に視作業に要した時間(分)と光の入射方位角(φ)との関係を図一9～11に示す。一般的な傾向としては見落し率の場合と同様、光源が正反射方向に近づくと所要時間が長くなる傾向も認められる。

更に、図一12には、“目読”“抹消作業”を総合した、見易さ評価値と光の入射方位角(φ)の関係を示す。見易さ評価に於ても視対象物がアート紙で光源が正面近くにある場合の評価値の低下が著しい。



図一4 視作業角 30° の実験の状況説明図



a. 点光源(2°)のもとでの実験状況



b. 点光源(2°)のもとでの実験状況



c. 全般拡散照明のもとでの実験状況

図一5 実験中の状況写真

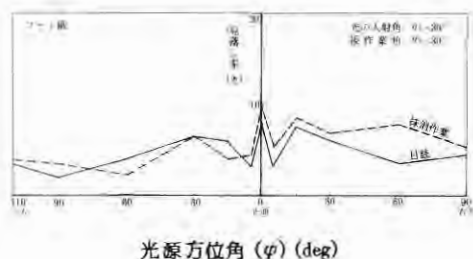


図-6 光源の方位角と視作業性（見落し率）の関係（コート紙）

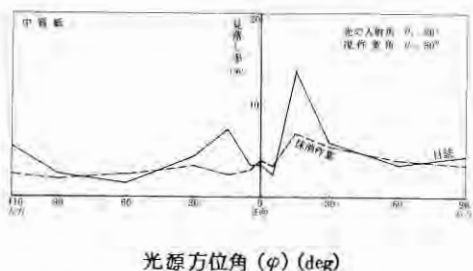


図-7 光源の方位角と視作業性（見落し率）の関係（中質紙）

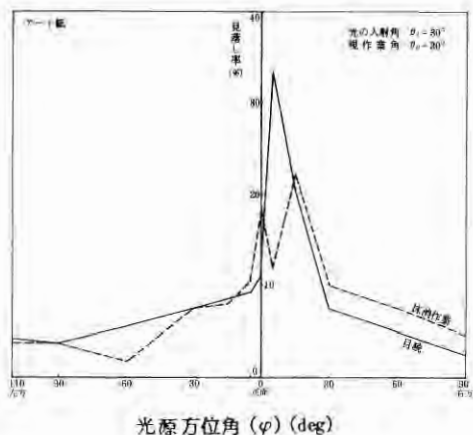


図-8 光源の方位角と視作業性（見落し率）の関係（アート紙）

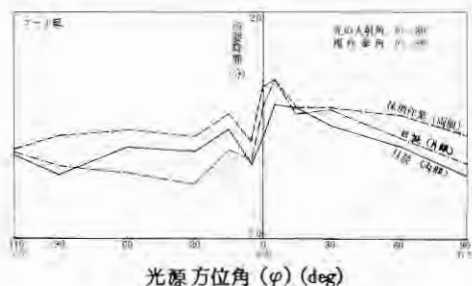


図-9 光源の方位角と視作業性（所要時間）の関係（コート紙）

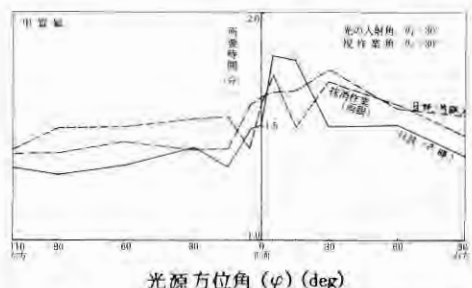


図-10 光源の方位角と視作業性（所要時間）の関係（中質紙）

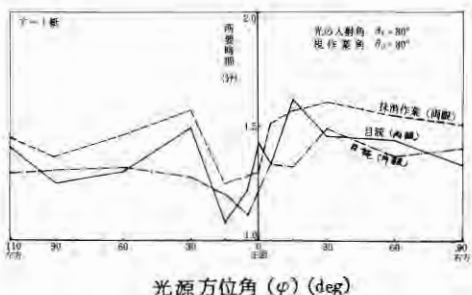


図-11 光源の方位角と視作業性（所要時間）の関係（アート紙）

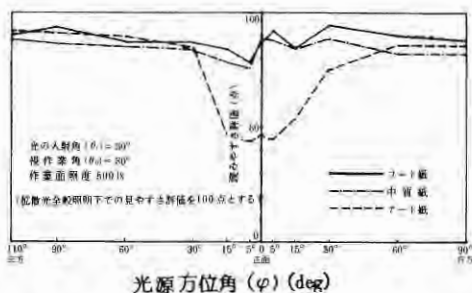


図-12 光源の方位角と読み易さ評価の関係

3. 2 視作業角を固定しない状態での実験結果

被験者の眼の位置を固定せずに自由に作業をさせ、光の方位角 (φ)、入射角 (θ_i) の見易さ評価への影響を調べた。その結果を図-13~15に示す。拡散照明に比較して点光源では、アート紙の評価の低下が目立つ。また一般的に、入射角 (θ_i) が大きくなる程評価値が下がり、光源が正面より左の方に在る場合の方が右に在る場合より評価値が上がる傾向が認められる。特に光源位置の方位角 (φ) が右60°より大きくなると、視作業面が手暗がりとなるため、評価値の低下が激しい。

4. 考 察

最初に眼の位置を固定し、 $\theta_i = 30^\circ$ 、 $\theta_o = 30^\circ$ で行った実験結果についての考察を4.1節~4.3節で行う。

4. 1 光源の位置（入射光の方位角 φ ）が視作業の正確さに及ぼす影響について

視作業の正確さをランドルト氏環視標の切れ目の方向のチェックに於ける見落としという面から調べる。「目読」と「抹消作業」とで、見落しの起こる割合に有意差は認められないが、強いて言えば、鏡面反射が生じた場合には、目読時にやや見落とし易い傾向がみられる。また、見落しは光源が正面にある時よりも左右へ5°~15°偏っている時に起こり易いといえる。これは、我々が2つの眼を持っているため、机上作業のように視対象物と、眼との距離が近い場合には、眼に鏡面反射光の入り易い光源位置は視対象物の正反射位置よりも左右に少しずれた位置ということになる。特に見落し率が、光源方位角 (φ) 0°を中心として左右対象に現われず、非対象なのは、手と同じように我々の眼にも利き眼があるためで、利き眼の正反射方向に光源がある時、鏡面反射によって対比が低下し、視対象の視認が困難になるが、左と右の利き眼の人の数が等しくないからであると考えられる。

更に、紙質の違いが見落し率に及ぼす影響についてみると、鏡面反射を起こし易いアート紙の見落し率が、他のコート紙、中質紙の見落し率に比べて高いといえる。

4. 2 光源の位置（入射光の方位角 φ ）が視作業の速さに及ぼす影響について

視力0.5ランドルト氏環視標144個をチェックするのに要する時間（分）を見ると、コート紙では1.5分前後、中質紙はコート紙よりやや長く、アート紙は反対にコート紙よりやや短くなっている。

チェックに要した時間を「目読」の場合と「抹消作業」に分け、更に「目読」については両眼で見た場合と、利き目でない方の眼の前に遮蔽物を設けて利き眼だけで見た場合に分けて検討した。図-9~11に於て両眼での抹消作業が最も時間を要することがわかる。

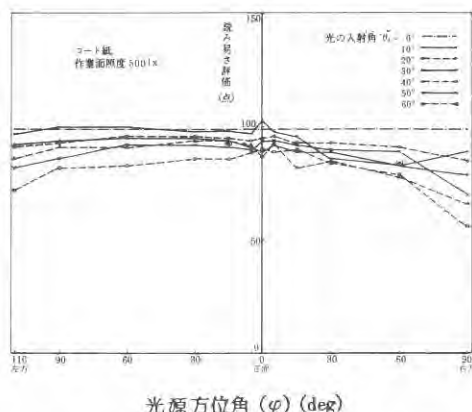


図-13 光源の方位角と読み易さ評価の関係（コート紙）

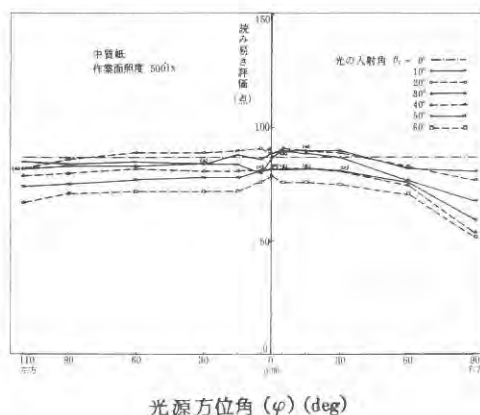


図-14 光源の方位角と読み易さ評価の関係（中質紙）

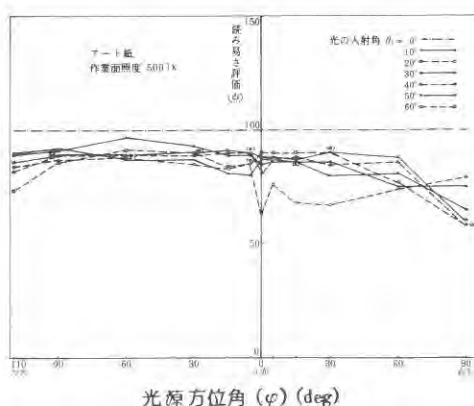


図-15 光源の方位角と読み易さ評価の関係（アート紙）

特に視作業の速さに於て、光源位置が正面より左にある場合より右に在る時の方が、明らかに劣っているといえる。目読時にもこの差は現われて居ることから、作業時に手暗がりとなることが原因とも考えられず、原因は、はっきりしない。

4. 3 光源の位置（入射光の方位角 φ ）が視作業性に及ぼす影響について

4. 1節では“作業の正確さ”から、4. 2節では“作業の速さ”から作業性を検討した。しかし、いくら正確な作業でも長時間かかったのでは作業性が良いとはいえない。またこの逆の場合も同様のことが言える。そこで、作業時間の平均値をその人の所要作業時間で割れば、この値（作業速度係数と呼ぶことにする）が大きい程、作業速度から見た視作業性が良いことになり、また平均的な作業性を有する場合の値は1となる。

同様に見落し率についても、この値を100%から引いた正解率を求め、その人の正解率を平均の正解率で割った値（作業精度係数と呼ぶことにする）を求める。この場合も平均的な作業性の在る場合の係数は1となり、値が大きい程視作業の精度が高いことを意味する。

この2つの係数の積を見ると、“正確さ”と“速さ”の両面から作業性の良否が判断出来る。即ち、総合した場合も係数1が平均的な作業性を有することを示し、値が大きい程視作業性の良いことを表わしている。この総合した係数を視作業性係数（ γ ）と呼ぶことにすると、

$$\gamma = (Ae/Be) \times (Ce/De) \quad \dots\dots(1)$$

但し、 Ae：視標100個をチェックするに要する作業時間（分）の全平均値

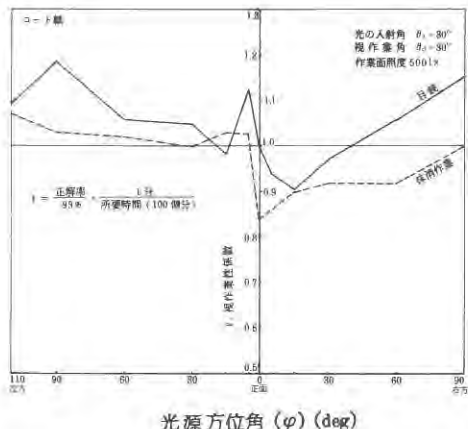
Be：或る被験者又は或る光源位置の状態で視標100個をチェックするに要する作業時間（分）

Ce：或る被験者又は或る光源位置の状態で視標をチェックしたときの正解率

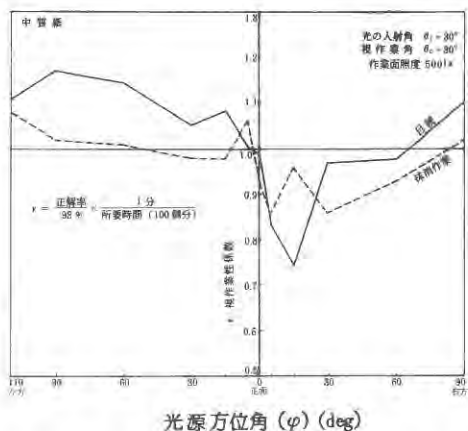
De：視標をチェックした時の平均的な正解率

図一6～11の実験結果について、視作業性係数（ γ ）を計算し、図一16～18に示す。特に光源が正反射位置付近にあるときアート紙の視作業性の低いことがよくわかる。しかし、アート紙でも、方位角 φ が60°以上の方向から照らした場合の視作業性はよい。また光源が正面より左方向に在る時の方が右方向に在るときよりも視作業性がよいという結果も顕著に現われている。

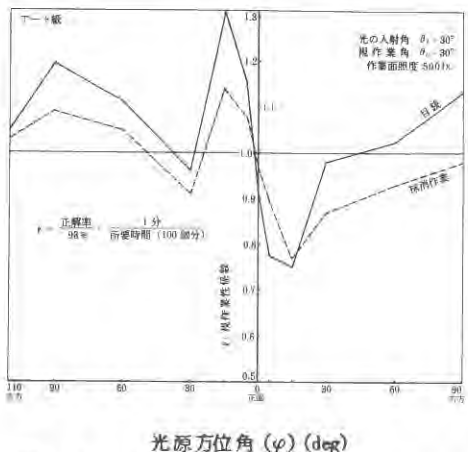
尚、視作業性係数を求める場合、Ae および De の値として拡散全般照明下での値を用いれば、得られた視作業性係数値は、拡散全般照明下での視作業に対する良否を



図一16 光源の方位角と視作業性係数の関係（コート紙）



図一17 光源の方位角と視作業性係数の関係（中質紙）



図一18 光源の方位角と視作業性係数の関係（アート紙）

示すことになる。

4. 4 光源の位置（入射光の方位角・入射角）が読み易さ評価に及ぼす影響について

被験者の眼の位置を固定せずに自由に視作業させ、入射光の入射角、方位角もそれぞれ変化させたときの実験結果を図-13~15に示す。この結果から、各方位角（ φ ）ごとに入射角と読み易さ評価の関係を示すと図-19~21の如くなる。一般的な傾向として、入射角（ θ_i ）が大きくなると読み易さ評価は低下していくといえる。しかし、アート紙では、入射角（ θ_i ）が視作業角（ θ_o ）に近くなると、急激に評価が悪くなる（図中に本実験に於て実測した被験者の視作業角 θ_o の中央値を矢印で示す）。アート紙の場合、光源の方位角でも、 φ が 0° に近い状態、即ち光源が正面近辺に在るときの評価が悪い。コート紙、中質紙については、読み易さ評価に及ぼす方位角の顕著な影響は認められない。被験者の視作業時の視作業角 θ_o は、本実験で撮影した写真から実測した所では、約 20° 弱という結果が出た。しかし、被験者数も少ないことから更に検討する必要がある。

4. 5 各光源の位置における読み易さ評価の予測計算

拡散照明のもとでの輝度対比および背景輝度の閾値に対する視対象の明るさの倍率と読み易さ評価との関係³⁾に基づいて、本実験時の読み易さ評価を予測計算してみる。

まず、本紀要「見やすい照明のための基礎研究（その6）」⁶⁾に示した印刷物の反射特性値図から、予測計算しようとする当該の用紙の白紙面および黒印刷紙面の各光源位置における反射特性値 ρ_w 、 ρ_b を読み取り、その結果を(3)式、(5)式に代入して、各光源位置のもとでの見かけの輝度対比（Ca）および見かけの背景輝度（La）を求める。

当該光源による評価位置での照度をEとすると、当該光源による作業対象からの反射光輝度Lは

$$L = \rho \cdot E \quad \dots\dots\dots(2)$$

光源が多数在る場合は、それぞれの光源による反射光輝度を求め、それを加算して総合した反射光輝度（L）を求める。

$$L = \sum (\rho_i \cdot E_i) \quad \dots\dots\dots(3)$$

但し、 ρ_i ：当該する視対象物の光源（i）による
反射特性値

E_i ：光源（i）による評価位置での照度

視対象の白紙面の反射特性値が ρ_w 、黒印刷面の値が ρ_b ならば、当該光源で照らされたときの視対象を、 θ_{os} が 30° で見たときの対比Cは

$$C = \frac{L_b - L_t}{L_b} = \frac{\rho_w \cdot E - \rho_b \cdot E}{\rho_w E} = \frac{\rho_w - \rho_b}{\rho_w} \dots\dots\dots(4)$$

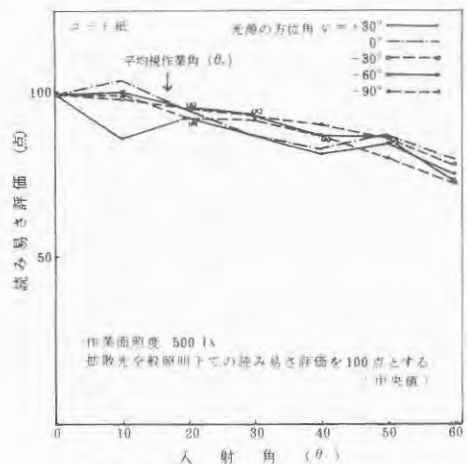


図-19 光の入射角と読み易さ評価の関係（コート紙）

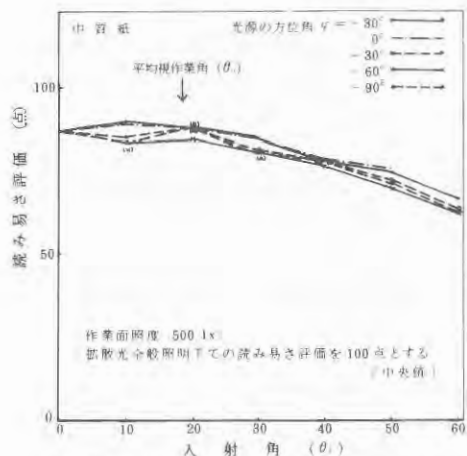


図-20 光の入射角と読み易さ評価の関係（中質紙）

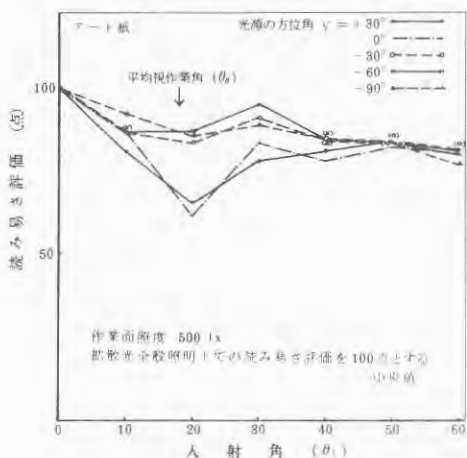
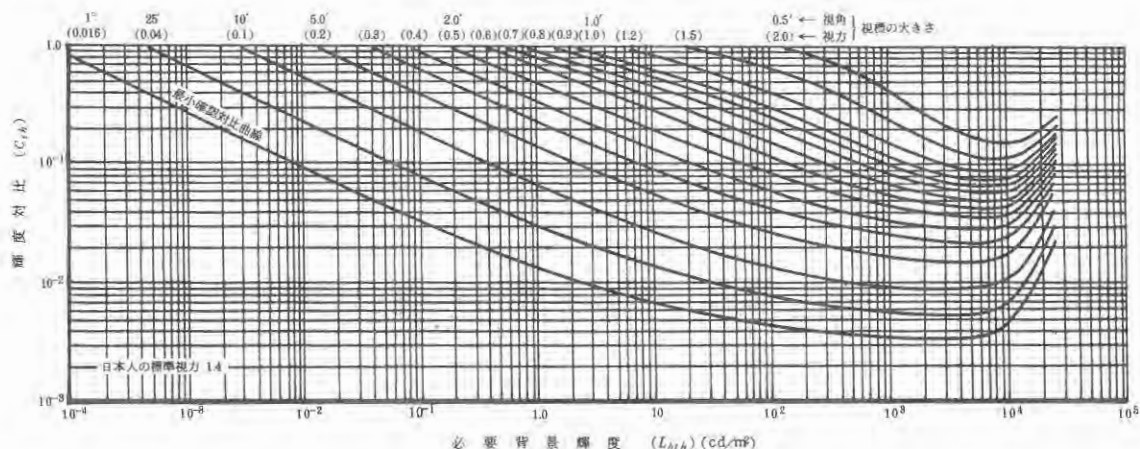


図-21 光の入射角と読み易さ評価の関係（アート紙）



図—22 標準等視力曲線並びに最小確認対比曲線図 (暗順応30分)

但し、 L_b ：背景輝度 (一般に白紙面の輝度)
 L_i ：視標の文字部分の輝度 (一般に黒印刷面の輝度)
 ρ_w ：視対象の白紙部分の反射特性値
 ρ_b ：視対象の黒文字部分の反射特性値

で求められる。

光源が多数在るときは、それぞれの光源による反射光輝度を求め、それを加算して対比を計算すればよい。即ち、

$$C = \frac{\sum \rho_{wi} \cdot E_i - \sum \rho_{bi} \cdot E_i}{\sum \rho_{wi} \cdot E_i} \quad \dots\dots\dots(5)$$

但し、本紀要「見やすい照明のための基礎研究 (その6)」⁹⁾ に示した反射特性値は視角 2° の光源で得た値である。それより大きな光源については、視角 2° の立体角を単位として当該光源を分割し、分割した光源の各部分の位置およびその部分に基づく照度から、多数光源の場合と同様にして対比を計算する。

次に本実験の視対象である視力0.5のランドルト氏環視標が、先に(5)式で求めた対比 (C_a) のときに視認閾値となる必要背景輝度 (L_{bh}) を図—22の標準等視力曲線図から読み取る。この必要背景輝度 (L_{bh}) に対し、(3)式で求めた見かけの背景輝度 (L_a) が持つ明るさの倍率 (M) を計算し、読み易さ評価を求める(6)式にこの輝度倍率 (M) を代入して、予測計算を行った照明条件下での読み易さ評価を得た。

尚、読み易さ評価の予測式は、既報の背景輝度と読み易さ評価の関係⁴⁾ から、照明の経済性も考慮すると読み易さ評価がピークを示す時の背景輝度以上に背景輝度を高くする必要はないので、読み易さ評価がピークに達するま

での背景輝度の範囲について実験式を求めると(6)式の如くなる。

$$V_i = 15 \ln M \quad \dots\dots\dots(6)$$

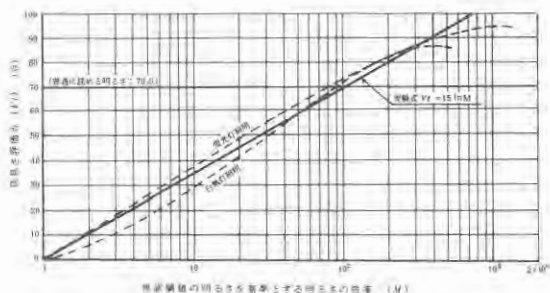
但し、 V_i ：見易さ評価点 (100点満点)

M ：視認閾値に於ける背景輝度を基準としたときの背景輝度の倍率

この背景輝度と見易さ評価の関係についての実測値と実験式値の比較を図—23に示す。この実験式で見易さ評価点を求めると、被験者の実際の評価点と5点以内の誤差で評価点が得られ、評価の良否のボーダーライン (普通に読める明るさ) の辺りでは実験式で求めた値が、実際の評価よりも低い値となるので、この実験式を用いて照明設計すれば安全側の設計が出来る。

点光源が各光源位置に在るときの資料面の読み易さ評価を予測計算した結果の一部を図—24～26に示す。

図—24～26は、それぞれ、コート紙、中質紙、アート



図—23 8ボの活字で印刷した文章を読む場合の背景輝度と読み易さ評価の関係を示す実験式と実測値の比較図

紙について読み易さ評価を予測したものであるが、その結果を図-12~15に示す実測した読み易さ評価値と比較すると、光源が正面から左方にあるときには、実測値と予測計算値はほぼ等しいレベルを示す。しかし、光源位置が右方に在る場合や、光源の入射角(θ_i)が大きい場合には予測計算で得た読み易さ評価値より実測値の方が低い評価となっている。この差違が生じた原因としては、予測計算式の根拠となった実験³⁾が全般拡散光照明のもとで行われたのに対し、本実験の光源は点光源とみなせる大きさであり、右からの光では視作業時に手暗がりになるという物理的な効果や、光の方向性などに基づく心理的な効果の違いが現われたものと考えられる。

また視対象の紙質がアート紙の場合に光源の方位角(φ)が正面近く(即ち、 $\varphi=0^\circ$ 近辺)で、入射角(θ_i)が視作業角(θ_o)に等しいとき、読み易さ評価の予測計算値は0点乃至はマイナスとなったのに対し、実測した評価値は40~50点を有している。この照明条件のとき、実際の視対象の対比は、黒印刷文字の輝度の方が、白紙面の輝度よりも高くなる逆対比の状態に在る。従って、見難くはあるが、一応読めるため、この程度の読み易さ評価が得られたのに対し、予測計算の方は、逆対比状態までは処理出来ないため、評価値にかなりの差違が生じたものである。

更に、我々の眼が2眼であるため、正面から左右へ約10度振った方向に光源が在るときの方が、視対象表面で表皮反射が起りやすいが、そのときでも、2眼のうち表皮反射の影響を受けていない方の眼(普段はおもに利き眼で見ている)で主に見るようになるため、表皮反射の起る範囲が狭い点光源の場合には、それ程見易さについての影響が現われなかったことも考えられる。

しかし、この結果において逆対比になったり、手暗がりになるというような特殊な状態を除けば、先の読み易さ評価の予測計算法が充分役立つことを示していると考えられる。

5. ま と め

本章の結果を総括すると次の如くなる。

- 1) 視作業性は、正確さ(見落し率)および速さ(所要作業時間)を総合して評価する必要がある(図-16~18)。
- 2) 視対象物に対する視線の正面付近に光源があると、視作業性(正確さ、速さ)および読み易さ評価共に急激に低下する(図-6~18)。
- 3) 視作業性、読み易さとも良好な光源の方位角は、正面から左60°前後の位置である。(図-6~18)。

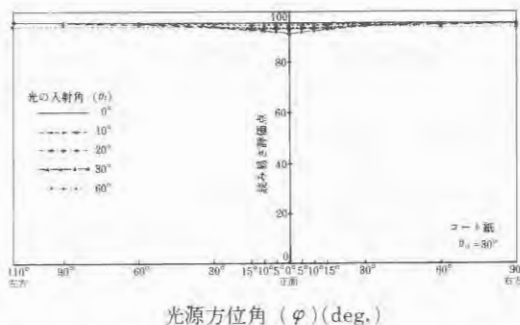


図-24 光源の位置と読み易さ評価の関係
(コート紙、 $\theta_o=30^\circ$ の場合)

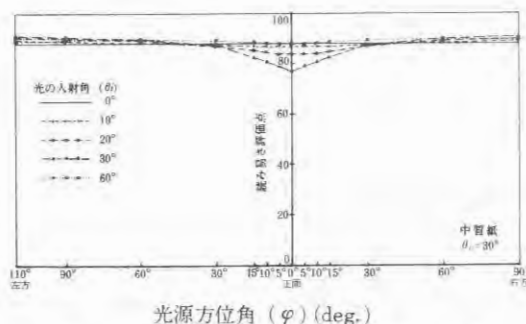


図-25 光源の位置と読み易さ評価の関係
(中質紙、 $\theta_o=30^\circ$ の場合)

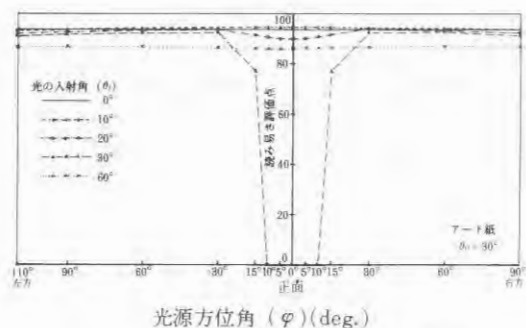


図-26 光源の位置と読み易さ評価の関係
(アート紙、 $\theta_o=30^\circ$ の場合)

- 4) 読み易さ評価から見た好ましい光源の入射角は、表皮反射性の強い視対象以外のものを見る場合 $0^\circ \sim 30^\circ$ の範囲内に在ることが望ましい(図-19~21)。
 - 5) 点光源の場合でも、ほぼ見易さ評価の予測式(6)が適用できる。(図-12~15, 図-24~26)
- (註) 声を出さずに目だけで読むことを表すのに「黙読」という字を使うことが正しいが、ここでは視作業内容が伝わり易いと思われるので「目読」とした。

稿を終るに当り、御教示、御校閲戴いた大阪市立大学大志野章教授、有益な御意見を御聴かせて下さった大阪大学伊藤克三教授はじめ建築学会近畿支部環境工学委員会光環境部会の各委員に深謝致します。

また種々の御便宜や御援助戴いた大阪市立大学生活科学部住居機構学教室の皆様に感謝致します。

更に、多忙な中を被験者として本研究に御協力下さった方々に謝意を表します。

文 献

- 1) 中根芳一・伊藤克三：明視照明のための標準等視力曲線に関する研究，日本建築学会論文報告集，229，1975.3.

Y.Nakane & K.Ito : Study on Standard Visual Acuity Curves for Better Seeing in Lighting Design, J.of Light & Visual Environment, 2-1, Illum.Engng. Inst. Japan, 1978, 10.

- 2) 中根芳一：印刷文字の見易さおよび適正照度に関する研究，日本建築学会論文報告集，229，1975. 3.
- 3) 2) に同じ
- 4) C.L.Crouch & J.K.Kaufman : Practical Application of Polarization and Light Control for Reduction of Reflected Glare, Illum. Engng., 1963.4. IES.

Summary

As a result of the previous studies using Landolt's Ring visual targets, the followings have already been made clear by the authors, namely, (1) the standard visual acuity curves showing the relationship among the minimum perceptible size of visual objects, luminance contrast, and background luminance; (2) the effect of existence of uneven luminance, particularly a highly luminant plane (e.g. light source) in the visual field on the threshold of visual perception; and (3) the relationship between legibility evaluated and brightness of background luminance.

In this study, lighting environments were evaluated in terms of the working easiness for visual tasks such as reading and writing.

Method of the experiment included 144 Landolt's Ring visual targets for visual acuity of 0.5, those were similar in legibility to read sentences of Point 8 types printed at a distance for usual reading and writing, and those were arranged in both longitudinal and lateral lines each consisting of 12 targets with their gaps pointing to random directions, and then, those were printed on coated paper, medium grade paper and art paper. Observers were indicated to check the gap direction, freely indicated by experimenter, of each Landolt's Ring visual target by silent reading and erasing, and the working time and the percentage of correct checking were measured. This study was for the purpose of clarifying the position of the light source highly evaluated in terms of easiness for visual work, based on the above experimental results and in connection with the incidence and azimuth angles of the light at the working time.

The facts clarified by this study are summarized as follows.

- (1) There are certain contradictory phases in the working easiness for visual tasks, such as "Whether fastness is preferred even if certain errors are involved", or "Whether correctness is preferred in spite of a certain slowness of the work". After all, evaluation should be made by putting correctness (percentage of oversights) and fastness (working time required) together.
- (2) If the light source exists near the direction of the visual line to visual object, the evaluated value for both easinesses for visual task and legibility may become radically low.
- (3) When the incidence angle of light is 30°, the azimuth angle of light source, which may be evaluated good for both the easinesses for visual task and legibility, should be about 60° to the left from the front.
- (4) When one is seeing an object other than having high specular reflectivity, the preferable incidence angle of light maybe range from 0° to 30° on the viewpoint of legibility.